



Đại học Bách Khoa TP.HCM
Khoa Điện – Điện tử
Bộ môn Viễn thông

Đề thi CUỐI KỲ lớp CHÍNH QUY
Môn thi: ĐIỆN TỬ THÔNG TIN
Ngày thi: 27/12/2016 (Thời gian: 110 phút)

Điểm	Cán bộ coi thi	Cán bộ duyệt đề	Cán bộ tổng hợp đề
Câu 1:			
Câu 2:			
Câu 3:			
Câu 4:			

- Sinh viên được phép sử dụng tài liệu là 1 tờ A4 viết tay
- Sinh viên làm bài trực tiếp trên đề thi và nộp lại.

Họ và tên sinh viên: ...Nguyễn Minh Hoàng... MSSV: 41301342... Nhóm:

Câu 1 (3đ):

Cho hệ thống thu phát RF dùng điều chế/giải điều chế DSB (Double Sideband). Giả sử phần thu RF của hệ thống thu phát gồm các khối sau:

- Một bộ khuếch đại nhiễu thấp, có hệ số nhiễu $NF1 = 2 \text{ dB}$, độ lợi công suất $G1 = 15 \text{ dB}$.
- Một bộ đổi tần có hệ số nhiễu $NF2 = 5 \text{ dB}$, độ lợi công suất $G2 = 0 \text{ dB}$.
- Một bộ khuếch đại trung tần có $NF3 = 8 \text{ dB}$, độ lợi công suất $G3 = 30 \text{ dB}$.

Cho nhiệt độ tại máy thu là $T = 290^\circ\text{K}$. Giả sử tín hiệu tiếng nói có băng thông 4 KHz cần truyền dẫn dùng hệ thống thu phát RF ở trên.

a. Tính độ lợi công suất tổng cộng và hệ số nhiễu tổng cộng của toàn phần thu RF.

Dựa các khối của hệ thống thu RF nối tiếp nhau
Độ lợi công suất tổng: $G_T = G_1 \cdot G_2 \cdot G_3 = 15 \cdot 1 \cdot 1000 = 31,62 \text{ W}$
 $\Rightarrow 45 \text{ dB}$

Ta có $NF_1 = 2 \text{ dB} \Rightarrow F_1 \approx 1,58 \text{ W}$ | $G_1 = 15 \text{ dB} \approx 31,62 \text{ W}$
 $NF_2 = 5 \text{ dB} \Rightarrow F_2 \approx 3,16 \text{ W}$ | $G_2 = 0 \text{ dB} = 1 \text{ W}$
 $NF_3 = 8 \text{ dB} \Rightarrow F_3 \approx 6,3 \text{ W}$ | $G_3 = 30 \text{ dB} = 1000 \text{ W}$

Hệ số nhiễu tổng cộng

$$F = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 \cdot G_2} = 1,58 + \frac{3,16 - 1}{31,62} + \frac{6,3 - 1}{31,62 \cdot 1}$$
$$\approx 1,82$$

$\Rightarrow NF = 2,6 \text{ dB}$

b. Xác định công suất nhiễu ở ngõ vào phân thu RF.

$N_{i(\text{source})}$: công suất nhiễu ở ngõ vào phân thu RF.

$$N_{i(\text{source})} = kTB = 290 \cdot 4 \cdot 10^3 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \\ = 1,6 \cdot 10^{-17} \text{ W}$$

$$\approx -167,96 \text{ dB}$$

c. Xác định mức công suất nhỏ nhất tại ngõ vào của phân thu RF nếu tỉ số tín hiệu trên nhiễu yêu cầu tại ngõ ra phân thu RF ít nhất là 12 dB.

Ta có $F = \frac{SNR_i}{SNR_o}$ với SNR_i : tỉ số tín hiệu trên nhiễu tại ngõ vào
 SNR_o : tỉ số tín hiệu trên nhiễu tại ngõ ra

$$SNR_o = 12 \text{ dB} = 15,85$$

$$F = \frac{S_i/N_{i(\text{source})}}{SNR_o \geq 12}$$

$$\Rightarrow \frac{S_i}{N_i} = F \cdot SNR_o \geq F \cdot 15,85 = 28,847$$

$$\Rightarrow S_i \geq N_i \cdot 28,847 \approx 4,62 \cdot 10^{-16} \text{ W}$$

$$\Rightarrow \text{Công suất tín hiệu nhỏ nhất: } 4,62 \cdot 10^{-16} \text{ W}$$

- d. Nếu thực tế mức công suất tín hiệu tại ngõ vào của phần thu RF nhỏ hơn kết quả được tính ở câu c), trình bày các giải pháp có thể (tại máy phát, máy thu, kênh truyền) để đảm bảo tỉ số tín hiệu trên nhiễu yêu cầu tại ngõ ra của phần thu RF ít nhất là 12 dB.

Các phương pháp để đảm bảo:

- Sử dụng các mạch khuếch đại công suất ở ngõ vào để tăng công suất tín hiệu đầu vào của bộ thu. Sau khi tín hiệu được khuếch đại, ngõ vào mức suy hao sẽ bù trừ vào không khuếch đại. Bộ khuếch đại có thể ở máy thu và bước các khối như ở máy phát.

- Tăng độ lợi của các khối khuếch đại tín hiệu RF để khuếch đại tín hiệu khi đi qua các tầng. Cách này cũng làm khuếch đại cả nhiễu nền và tín hiệu nên khi nhiễu ở các tầng.

- Đặt các bộ khuếch đại ở tuyến đường đi của tín hiệu từ máy phát đến máy thu.

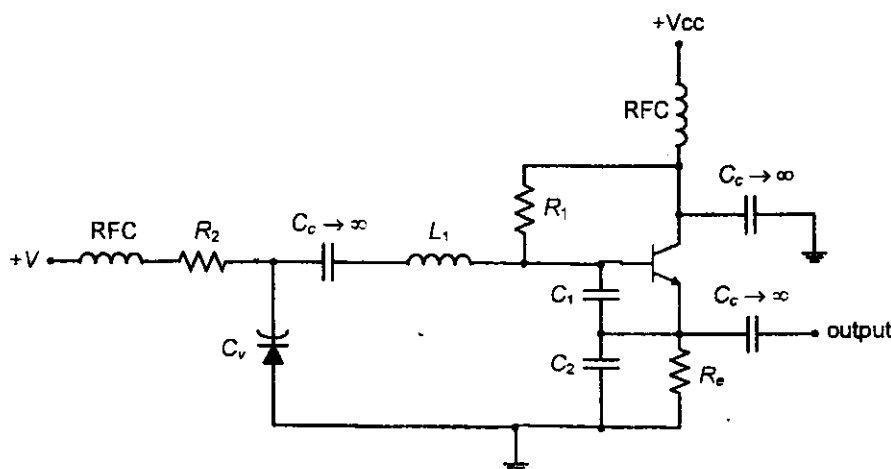
- $SNR_i = \frac{S_i}{N_i}$ nếu S_i đủ để đảm bảo tín hiệu trên nhiễu ở ngõ ra 12dB thì N_i không cần.

$\Rightarrow N_i \gg$ bằng các bộ LNA để giảm công suất nhiễu.

- $N_i = kTB$ nên ta có thể giảm băng thông hoặc giảm nhiệt độ.

Câu 2 (2đ):

Cho mạch dao động cao tần như **Hình 1**. Giả sử $L_1 = 100 \mu H$, $C_1 = C_2 = 500 pF$. Bỏ qua sụt áp rơi trên điện trở R_2 . Giả sử các giá trị cực đại và cực tiểu của điện dung C_v và điện áp V (là điện áp phân cực cho varicap) được cho ở **Bảng 1**.



Hình 1

C_v (pF)	V (Volt)
50	$V_{min} = 2$
20	$V_{max} = 5$

Bảng 1

Họ và tên sinh viên: Nguyễn Minh Hoàng

MSSV: 41301342 Nhóm:

3/8

- a. Tìm tần số dao động lớn nhất và nhỏ nhất tương ứng với các điện áp V_{\min} và V_{\max} cho ở **Bảng 1**.

Mạch này là mạch dao động kiểu Clapp: C cực B, B: tụ
 Có tần số mạch dao động E, C: biến + tụ
 C, B: tụ)

$$Z_L + Z_{C_V} + Z_{C_1} + Z_{C_2} = 0 \Leftrightarrow j\omega L - \frac{j}{\omega C_V} - \frac{j}{\omega C_1} - \frac{j}{\omega C_2} = 0$$

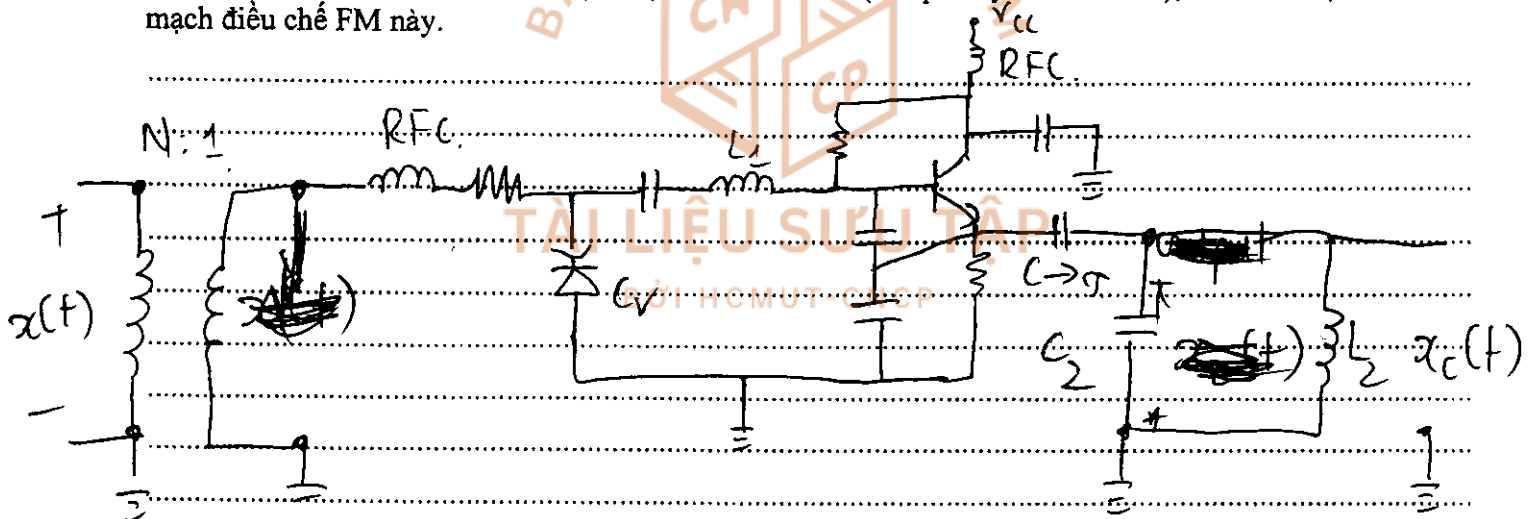
Và mạch dao động kiểu Clapp $C_V \ll C_1 \Rightarrow C_1, C_2$ không đáng kể
 $C_V \ll C_2$

$$\Rightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC_V}} \Rightarrow f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_V}}$$

$$\Rightarrow f_{\max} |_{C_{V\min}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{100\text{ nH} \cdot 2\text{ pF}}} \approx \boxed{3,56 \text{ MHz}}$$

$$f_{\min} |_{C_{V\max}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{100\text{ nH} \cdot 50\text{ pF}}} \approx \boxed{2,25 \text{ MHz}}$$

- b. Vẽ lại mạch điện ở **Hình 1** để thực hiện điều chế FM (Frequency modulation), cho biết độ di tần của mạch điều chế FM này.



Độ di tần của mạch thu chế FM này tính bằng khoảng cách giữa tần số dao động lớn nhất và tần số dao động nhỏ nhất của mạch VCC.

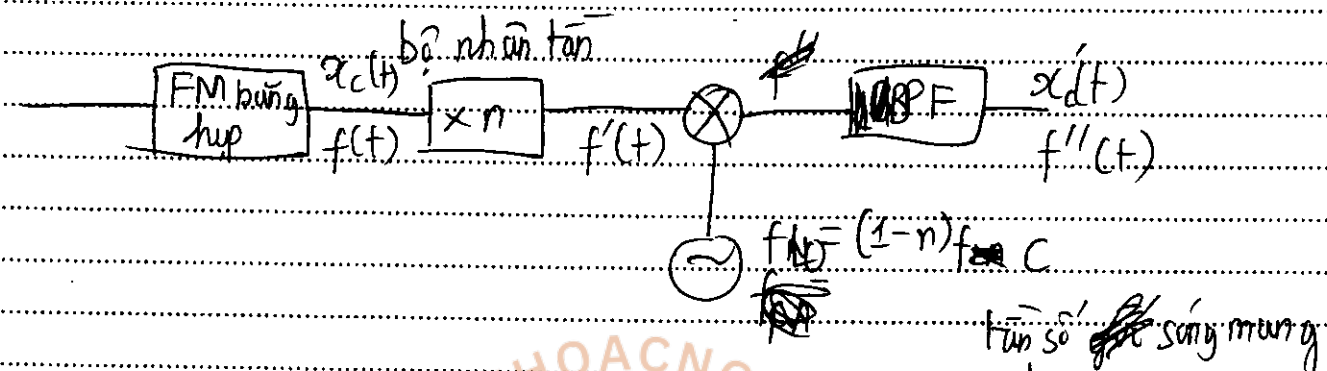
$$\Delta f = f_{\max} - f_{\min} = 1,31 \text{ MHz}$$

c. Cho biết phương pháp tăng độ di tần nhưng vẫn dựa vào bộ điều chế FM ở trên.

Phương pháp từ tổng thể; di chuyển thể là phương pháp Armstrong

Sử dụng điều kiện biên VCO chỉ cho phép điều kiện biên trong những bảng hợp vị trí chất phi tuyến giữa C_v và $f(t)$ (khảo sát số biến đổi).

Phương pháp Armstrong:



Chỉ tiêu chỉ FM bằng hợp xấp xỉ tín hiệu $x_c(t)$ có $f(t) = f_{mc} + \Delta f x(t)$

Chỉ qua ba nhân tử $f'(t) = n_f + n\Delta f \propto(t)$

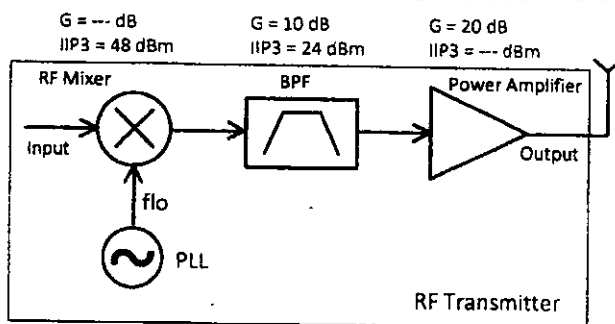
Sau khi thu được như vậy $f_{10} = (1-n) f_c$ và qua bộ lọc thông thấp.

$$f''(t) = f'(t) + f_{LO} - n f_c + n \Delta f x(t) + f_c - n f_c$$

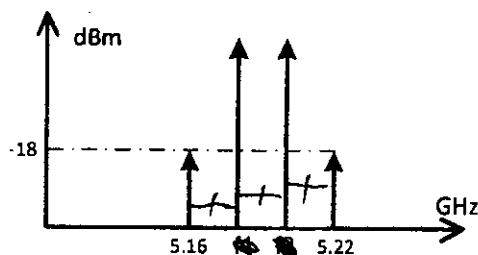
$$= f_c + n \Delta f x(t) \Rightarrow \text{ta đã tăng độ dư tần 1 lần}$$

Câu 3 (3đ):

Cho máy phát cao tần (RF Transmitter) hoạt động ở vùng tần số ngõ ra 5.2 GHz có sơ đồ như **Hình 2a**



Hình 2a: Sơ đồ máy phát



Hình 2b: Phổ ngõ ra cho phép đo Two-Tone

Máy phát trên được đo đạc trong 2 phép đo được mô tả như sau:

- Phép đo 1: Tín hiệu ngõ vào là 1 tín hiệu sin có tần số 1.1 GHz (one-tone) và công suất tín hiệu -10 dBm. Tín hiệu ngõ ra đo ở tần số 5.2 GHz có mức công suất 14 dBm.
- Phép đo 2: Tín hiệu ngõ vào là 2 tín hiệu sin có tần số f_1 và f_2 (two-tone) và có cùng mức công suất -10 dBm. Tín hiệu ngõ ra quan sát được trên máy đo xuất hiện thêm hai thành phần phụ

(Intermodulation - IMD) ở tần số 5.16 GHz và 5.22 GHz, mỗi thành phần này có công suất -18 dBm như Hình 2b.

- a. Xác định tần số tín hiệu dao động nội bộ tạo bởi PLL, độ lợi công suất toàn máy phát cao tần và độ lợi công suất mạch trộn tần RF Mixer.

Vì tần số ở ngõ vào mạch đầu tần là 1,1 GHz trong khi tần số ở ngõ ra đo ở tần số 5,2 GHz $\Rightarrow f_{LO} = 5,2 - 1,1 = 4,1 \text{ GHz}$

Theo phép đo 1:

Ta có công suất tín hiệu vào $= -10 \text{ dBm} = 0,1 \text{ mW}$

$P_a = 14 \text{ dBm} = 25,12 \text{ mW}$

$$\Rightarrow G = \frac{P_{out}}{P_{in}} \approx 251,2 \text{ (độ lợi toàn máy)}$$

$$= 24 \text{ dB}$$

Mặt khác:

$$G = G_1 + G_2 + G_3 \text{ (W)}$$

$$\text{hoặc } G = G_1 + G_2 + G_3 \text{ (dB)}$$

$$\Rightarrow G_1 = 24 - 20 - 10 = -6 \text{ dB}$$

- b. Xác định tần số f_1 và f_2 của hai tín hiệu tại ngõ vào máy phát cao tần trong phép đo two-tone, điểm chặn phi tuyến bậc 3 (IIP3) của toàn máy phát cao tần và IIP3 của mạch khuếch đại công suất Power Amplifier.

Tín hiệu sau khi qua bộ phát IMD tại 5,16 GHz ; 5,22 GHz
và $f_1 + f_{LO}$; $f_2 + f_{LO}$

thường cách giữa các tín hiệu bằng nhau

$$\Rightarrow f_1 + f_{LO} - \text{IMD}_{5,16 \text{ GHz}} = f_2 - f_1 \Rightarrow 2f_1 - 1,06 = f_2$$

$$\Rightarrow 2f_1 - f_2 = 1,06$$

$\Rightarrow \text{IMD}$: hai bậc 3

$$-(f_2 + f_{LO}) + \text{IMD}_{5,22 \text{ GHz}} = f_2 - f_1 \Rightarrow 1,12 = 2f_2 - f_1$$

$$\Rightarrow \begin{cases} f_1 = 1,08 \text{ GHz} \\ f_2 = 1,1 \text{ GHz} \end{cases}$$

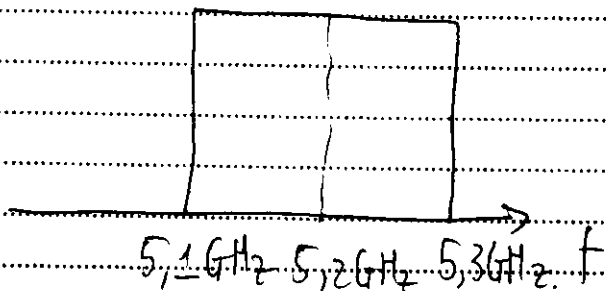
Họ và tên sinh viên: Nguyễn Minh Xương

MSSV: 41301342 Nhóm:

6/8

- c. Dưới ảnh hưởng của mạch điều khiển trong PLL, tín hiệu dao động nội LO bị trộn với xung clock thạch anh 24 MHz và tạo ra các tín hiệu dao động nội có tần số $f_{LO} + 24\text{MHz}$ (I), f_{LO} (II) và $f_{LO} - 24\text{MHz}$ (III). Xác định các thành phần tần số xuất hiện tại ngõ ra RF mixer và ngõ ra máy phát cao tần khi tín hiệu ngõ vào có tần số 1.1 GHz. Giả sử BPF là mạch lọc dải thông lý tưởng có tần số trung tâm 5.2 GHz, băng thông 100 MHz.

Ta có bộ lọc



Tín hiệu vào có tần số 1,1 GHz. Khi qua thành phần $f_{LO} + 24\text{MHz}$

$$\Rightarrow f_{out1} = 4,124 + 1,1 = 5,224 \text{ GHz (nằm trong bộ lọc)}$$

$$f_{out2} = 4,124 - 1,1 = 3,024 \text{ GHz (ngõ ra bộ lọc)}$$

Tương tự f_{LO}

$$f_{out1} = 4,1 + 1,1 = 5,2 \text{ GHz (nằm trong)}$$

$$f_{out2} = 4,1 - 1,1 = 3,0 \text{ GHz (ngõ ra)}$$

$$f_{LO} - 24\text{MHz} \quad f_{out1} = 4,076 + 1,1 = 5,176 \text{ GHz (nằm trong)}$$

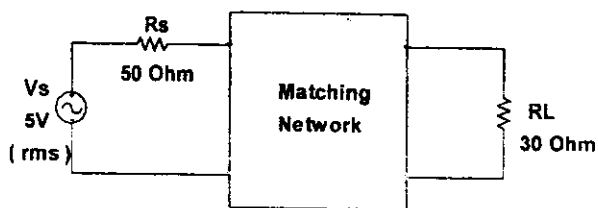
$$f_{out2} = 4,076 - 1,1 = 2,976 \text{ GHz (ngõ ra)}$$

các thành phần hài qua lần nữa sẽ không đi qua bộ lọc vậy các thành phần sau lọc

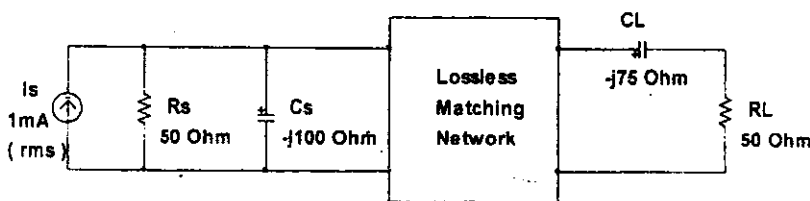
$$f_{out1} = 5,224 \text{ GHz}; \quad f_{out1} = 5,2 \text{ GHz}; \quad f_{out2} = 5,176 \text{ GHz}$$

Câu 4: (2 đ)

Thiết kế các mạch phối hợp trở kháng LC sao cho công suất trên tải là cực đại. Tần số hoạt động của mạch là 1GHz. Tính các giá trị công suất cực đại này.



Hình 3a



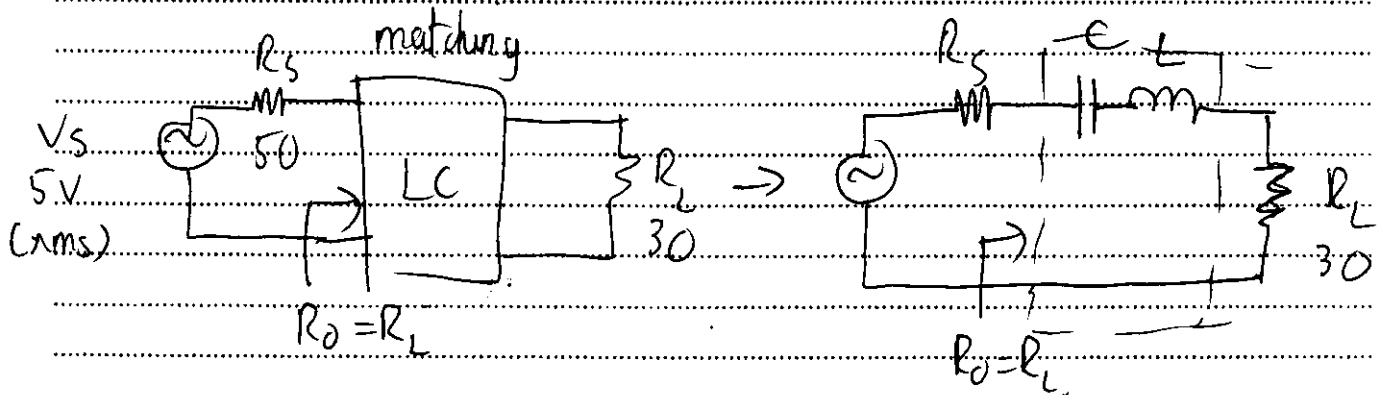
Hình 3b

Họ và tên sinh viên: Nguyễn Minh Hoàng

MSSV: 41301342 Nhóm:

7/8

Mạch 1: Mạch được ~~thiết~~ thiết lập với các linh kiện LC để sao cho
vào tần số 1 GHz, mạch sẽ cộng hưởng để $R_0 = R_L$ max



Để $R_0 = R_L$ thì C, L cộng hưởng $\Leftrightarrow \frac{1}{\omega_0 C} + j\omega_0 L = 0$

$$\Leftrightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow (2\pi f_0)^2 = \frac{1}{LC}$$

$$\Rightarrow L \approx \frac{1}{C} \cdot 2,53 \cdot 10^{-20}$$

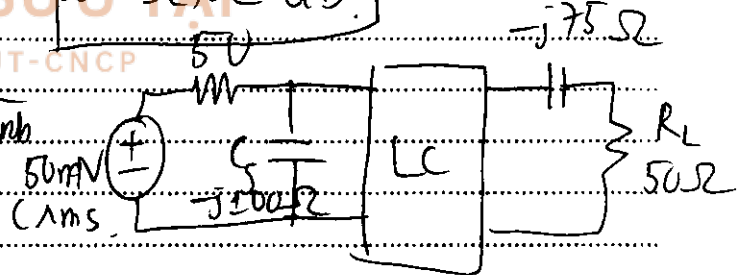
$$\text{chọn } L = 5 \text{ nH}$$

$$\Rightarrow C = \frac{1}{5 \cdot 10^{-9}} \cdot 2,53 \cdot 10^{-20} \approx 5,07 \text{ pF}$$

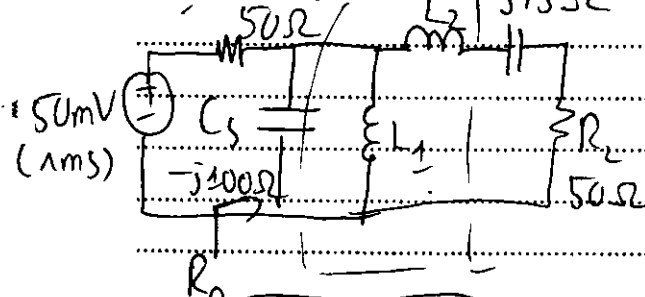
$$\Rightarrow P_{RL\max} = \frac{\left(\frac{R_L}{R_L + R_S} \cdot V_S(\text{rms})\right)^2}{2 R_L} \approx 0,06 \text{ W} = -12,32 \text{ dB}$$

Mạch 2, hăng, hỉ 1, ta biến mạch 2 thành

$R_0 = R_L$ thì P_{\max}



mạch sẽ là



$$\text{Ta có } \frac{j\omega_0 L_1 R_L}{R_L + j\omega_0 L_1 - \omega_0^2 C_S L_1 R_L} = R_0 = R_L$$

$$\Rightarrow R_L - \omega_0^2 C_S L_1 R_L = 0 \Leftrightarrow L_1 = \frac{1}{\omega_0^2 C_S} \approx 1,59 \text{ nH}$$

$$X_{L2} = j75 \Omega \text{ (cộng hưởng với } C_L) \Rightarrow L_2 = 11,9 \text{ nH}$$

HẾT

$$\Rightarrow P_{\max} = \frac{\left(\frac{R_L}{R_L + R_S} V_S(\text{rms})\right)^2}{2 R_L}$$

Họ và tên sinh viên: Nguyễn Minh Hoàng

MSSV: 41301342 Nhóm:

8/8

$$\approx 6,25 \cdot 10^{-6} \text{ W}$$

$$= -52 \text{ dB}$$